

Especificaciones Técnicas de un Actuador Lineal para un Simulador de Vuelo

Diego García Bouron
9no. Semestre

David Aguilera
9no. Semestre

Germán Ulloa
9no. Semestre

Gerardo Viscarra
9no. Semestre

Fernando Soto
9no. Semestre

Ing. Erik Pozo
Diseño de Sistemas Mecatrónicos

Abstract—En este documento se describen cuáles son las características técnicas más importantes del actuador lineal que se está diseñando como trabajo final de la materia de Diseño de Sistemas Mecatrónicos.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la primera mitad del siglo XX se empezaron a desarrollar simuladores de vuelo para entrenar a pilotos principiantes y evitar siniestros debido a la falta de experiencia.

El primer simulador de vuelo fue desarrollado por la compañía francesa Antoinette en 1910 por iniciativa de comandantes de la fuerza aérea francesa. Este simulador contaba con un marco y un barril para reproducir la cabina de vuelo (Vincenzi, Wise, Mouloua, & Hancock, 2009).

Con el paso del tiempo y las necesidades que surgieron debido a las dos guerras mundiales, fueron apareciendo simuladores cada vez más avanzados y sofisticados como el de Edwin Link, el cual contaba con actuadores neumáticos. Este simulador fue muy utilizado por la compañía de correo estadounidense y el Ejército de Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial (Mechanical & Landmark, 2000).

En 1954 United Airlines compró el primer simulador que incluía sonido e imágenes fabricado por Curtiss-Wright. Este fue el primer simulador de vuelo usado para aeronaves comerciales. Este simulador contaba con actuadores hidráulicos lineales ("Airline Pilots Fly Anywhere in the World - Without Leaving the Ground," 1954).

Los actuadores hidráulicos lineales son actualmente muy utilizados en este tipo de simuladores. Sin embargo, no son el único tipo de actuadores usados. Existen muchos simuladores y propuestas de simuladores que utilizan actuadores eléctricos lineales (Van Roy, 2015).

Actuadores lineales eléctricos: En esta línea existirán una amplia gama de modelos según los motores eléctricos utilizados, siendo necesario, en la mayoría de los casos, la utilización de reductores, debido a que los motores son de operación continua.

Actuador lineal electromecánico: Ideales para realizar levantamientos, aperturas y cierres en cualquier tipo de industria.

En este proyecto se realizará un actuador lineal eléctrico compuesto por un motor DC, una correa dentada para el cambio de movimiento circular a lineal y un pistón. Los aviones modernos son sistemas que requieren de una preparación rigurosa para poder ser pilotados sin riesgo alguno para el piloto mismo y los pasajeros. Por esta razón el

uso de simuladores de vuelo es algo menester dentro de la industria aeronáutica.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los simuladores de vuelo se caracterizan por sus precios elevados ya que en su mayoría utilizan actuadores hidráulicos. Por esta razón son prácticamente inaccesibles para compañías aeronáuticas pequeñas como las que están presentes en nuestro país.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecatrónica para desarrollar un actuador eléctrico lineal de una plataforma de simulador de vuelo de una aeronave Cessna 177.

B. Objetivos Específicos

- Realizar el diseño mecánico del actuador lineal
- Realizar el diseño eléctrico del sistema
- Realizar la programación del controlador (Arduino Uno)

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A. Función del Actuador

- Grados de Libertad: 1
- Tipo de movimiento: lineal
- Peso máximo admitido: 50 kg.
- Velocidad de actuación: 0.17 m/s
- Longitud de Carrera: 50,23 cm

B. Casos de Uso para Subproceso

- 1) Se transmite por serial una velocidad y se recibe por potenciómetro retroalimentación.
- 2) Se accióna uno de los finales de carrera deteniendo el actuador.

V. PROPUESTA TÉCNICA

A. Diseño General

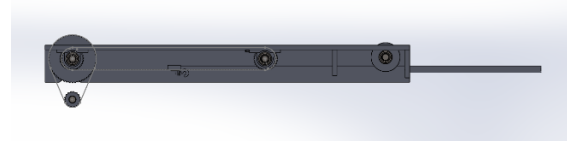


Figura 1. Vista lateral

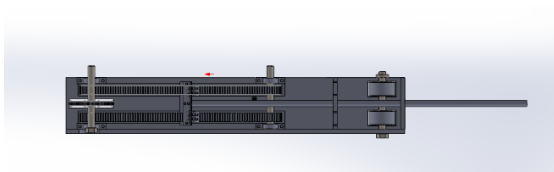


Figura 2. Vista planta

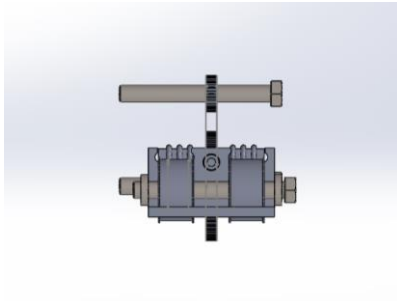


Figura 3. Vista frontal

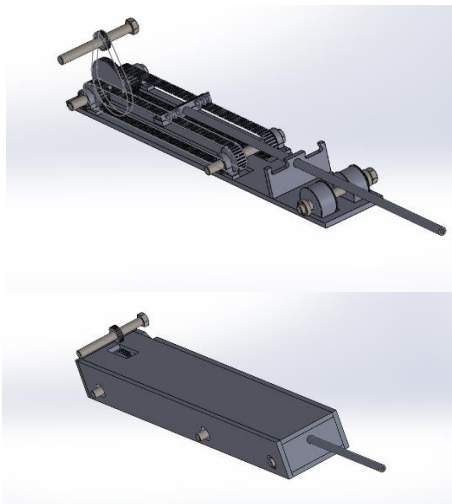


Figura 4 y 5. Vistas variadas

Existen vistas detalladas por pieza. Véase anexo de planos de piezas

B. Materiales y Descripción

El actuador al estar construido constituirá de los componentes descritos en la tabla 1.

Lista de materiales		
Nombre	Características	Cant.
Polea 60mm	Fabricadas de madera ancho 25mm	4
Polea 40mm	Fabricadas de madera ancho 19mm	1
Polea 120mm	Fabricadas de madera ancho 19mm	1
Correa 139 dientes	Fabricada de goma ancho 25mm	2
Correa 55 dientes	Fabricada de goma ancho 19mm	1
Rodamientos	Código 60104	8
Eje de Poleas	Seran pernos mas info en tabla de presupuesto	2
Elastico	Será de 18mm	1
Bastago	Mateiral de acero	1
Side plate 1	Parte lateral 1 de la caja de madera MDF	1
Side plate 2	Parte lateral 2 de la caja de madera MDF	1
Top plate	Parte superior de la caja de madera MDF	1
bottom plate	Parte de la base caja de madera MDF	1
Back plate	Parte trasera de la caja de madera MDF	1
Guide block 1	Bloque de guía del bastago dentro de la caja	1
Guide block 2	Bloque de guía del bastago y parte delantera de la caja	1
Braquet bungee	Perfiles de acero para el enganche del elastico	2
Drive shaft block	Perfil de madera para acople del bastago	1
end stop block	Bloque de madera para delimitar la carrera del bastago	1
Poleas de guía	Poleas de guía para el elastico	2

Tabla 1. Resumen de componentes presentes en el actuador

C. Diseño Estructural

a. Cálculo de Poleas

El sistema de poleas empleado en el proyecto es el que se muestra en la figura 6. La polea 1 está conectada directamente al motor, por lo tanto, esta recibe la velocidad y torque del motor.

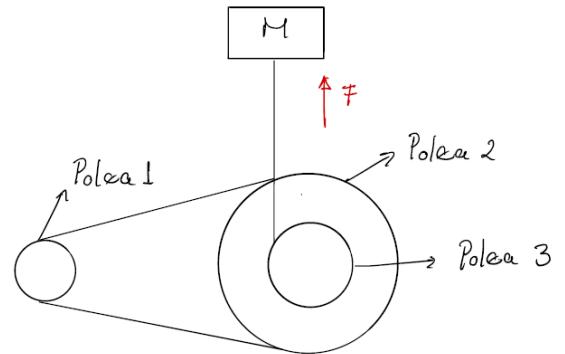


Figura 6. Sistema de Poleas

Se determinó cuál es el torque de salida y el esfuerzo que soporta, siendo las variables utilizadas las siguientes:

i = relación de transmisión

w_1 = velocidad angular polea 1 [rpm]

w_2 = velocidad angular polea 2 [rpm]

w_3 = velocidad angular polea 3 [rpm]

F = Fuerza [N]

τ_1 = torque polea 1 [Nm]

τ_2 = torque polea 2 [Nm]

τ_3 = torque polea 3 [Nm]

r_1 = radio polea 1 [m]

r_2 = radio polea 1 [m]

r_3 = radio polea 1 [m]

Se sabe que los valores de los radios son los siguientes:

$$r_1 = 0.02m$$

$$r_2 = 0.06m$$

$$r_3 = 0.03m$$

$$\tau_1 = 2.2Nm$$

$$\omega_1 = 161rpm$$

La ecuación de torque es:

$$\tau = F \cdot r (1)$$

La relación de velocidades y radios es:

$$r_1 \cdot \omega_1 = r_2 \cdot \omega_2$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{i} (2)$$

La relación de velocidades y torques es:

$$\tau_1 \cdot \omega_1 = \tau_2 \cdot \omega_2$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{i} \quad (3)$$

Partiendo de la ecuación (2), tenemos que:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{0.02}{0.06}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{3}$$

$$i = 3$$

Usando la ecuación (3) y como la polea 3 está en el mismo eje que polea 2, se tiene:

$$\tau_3 = \tau_1 \cdot i$$

$$\tau_3 = 6.6Nm$$

$$F = \frac{\tau_3}{r_3}$$

$$F = \frac{6.6Nm}{0.03m} = 220N$$

Por lo tanto, la fuerza que soporta el motor es de 220N

b. Cálculo de elásticos

En este proyecto se utiliza elástico de lycra que tiene la cualidad de estirarse hasta un 500% sin que se rompa. Esta cuerda se utiliza como el elástico que ayudará al motor a soportar los 50 kg deseados, como se puede ver en la figura 7. Para esto se determinó su coeficiente de elasticidad experimentalmente usando una cuerda de 1.3m que es el largo que se usará en este actuador y luego sometimos a diferentes esfuerzos para calcular diferentes coeficientes de elasticidad con la ecuación (2).

$$F = -k \cdot x \quad (4)$$

$$k = -\frac{F}{x} \quad (5)$$

Siendo:

k = coeficiente de elasticidad [N/m]

F = fuerza empleada [N]

x = deformación [m]

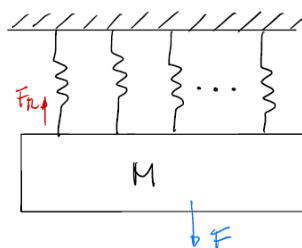


Figura 7. Sistema de Elásticos

En las pruebas realizadas se obtuvieron varios coeficientes de elasticidad con diferentes medidas de elásticos para comprobar la veracidad de las mismas. Se utilizaron las medidas de 0.25m, 0.5m, 1m y 1.3m y se concluyó que al variar la longitud del elástico la constante cambia. Entonces, mientras la cuerda sea más larga el coeficiente de k será menor.

En la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos experimentalmente de la constante k.

OBTENCION DE CONSTANTE K.				
Unidad	Un cordón de (0.25m)			
lb	5	6		
kgf	2.23214286	2.67857143		
N	21.875	26.25		
m	0.14	0.17		
k	156.25	154.411765		
Unidad	Un cordón de (0.5m)			
lb	10	5	6	8
kgf	4.46428571	2.23214286	2.67857143	3.57142857
N	43.75	21.875	26.25	35
m	0.5	0.295	0.35	0.46
K	87.5	74.1525424	75	76.0869565
Unidad	Pruebas en un cordón de (1m)			
lb	5	6	8	
kg	2.23214286	2.67857143	3.57142857	
N	21.875	26.25	35	
m	0.62	0.69	0.92	
k	35.2822581	38.0434783	38.0434783	
Unidad	1 cuerda de 1.3m			
lb	5	8	10	
kgf	2.23214286	3.57142857	4.46428571	
N	21.875	35	43.75	
m	0.74	1.075	1.34	
k	29.5608108	32.5581395	32.6492537	
Kprom	31.5894			

Tabla 2. Tabla de coeficientes de elasticidad y esfuerzos aplicados

Se sabe que la salida de la polea 3 es de 220 N que dividido por la fuerza de gravedad ($9.8m/s^2$) da como resultado 22 kg aproximadamente. Esto significa que nuestro elástico debe soportar 27.55 kg para cumplir con los 50 kg deseados. Por lo tanto:

$$m = 27.55kg$$

$$F = m \cdot g$$

$$F \cong 270N$$

Sabiendo que una cuerda de 1.3m tiene un coeficiente de elasticidad $k=31.6nN/m$ y que la máxima deformación permitida es de 0.7m, con la ecuación (1) se determina que el esfuerzo que puede soportar un elástico es el siguiente:

$$F = 31.6 \frac{N}{m} \cdot 0.7m = 22.12N$$

Como se desea cargar 270N, dividimos el esfuerzo deseado entre lo que soporta un solo elástico y de esta manera sacamos la cantidad de elásticos necesarios.

$$\frac{270}{22} = 12.27$$

Utilizando un factor de seguridad del 1.2 se calcula la cantidad de elásticos final con la siguiente formula:

$$n_{ef} = n_e \cdot n$$

n_{ef} = # de elásticos final

n_e = # de elásticos

n = factor de seguridad

Por lo tanto, el número de elásticos final es de 15 elásticos como se aprecia en la ecuación (3):

$$n_{ef} = 12.27 \cdot 1.2 \cong 15 \quad (6)$$

c. Lista de Materiales Mecánicos

Los materiales mecánicos a utilizar y sus precios se muestran en la tabla 3.

PRESUPUESTO DE PARTES MECANICAS				
Descripcion	Codigo	Precio/Item	Cant.	Subtotal [BOB]
Venesta de MDF 1.83 x 1.375 12mm		135,00	1	135
Rodamientos	61904	20,00	8	160
Pernos 20M - 140 longitud	24018	25,00	2	50
Venesta de MDF 2,8mm		33,00	1	33
Correa 25M		90,00	2	180
Correa 19M		60,00	1	60
Pernos M6		0,50	20	10
Elastico	Precio por metro	8,90	12	106,8
Ganchos		2,00	20	40
SUBTOTAL				774,8

Tabla 3. Materiales Mecánicos y Precios

Para encontrar una versión de mayor calidad de la tabla 3 véase anexos.

D. Diseño Electrico

a. Voltaje necesario: 19V

b. Corriente Necesaria:

Tomando en cuenta la ecuación (7) de la corriente del motor DC en función de la fuerza requerida (Ogata, 2013), se puede sacar la corriente necesaria:

$$I_a = \frac{F}{k_t} \quad (7)$$

Donde:

I_a = Corriente requerida [A]

F = Fuerza requerida [N]

K_t = constante electromecánica del motor [N/A]

Sabemos que el torque del motor es 2.2Nm, el radio de la polea 1 es 0.002m. Si utilizamos la ecuación (1) podemos obtener la fuerza requerida.

E. Analisis de motores y eleccion

Item	Motor	voltaje (v-dc)	corriente (A)	torque (Nm)	potencia (hp)	potencia (cv)	potencia (w)	velocidad (rpm)
1	motor de la cueva	19	2	2,22	0,051	0,052	38	161
2	caminadora	220	5	2,11	1,500	1,520	1118,55	5000
3	arrancador de moto	12	100	23,54	1,973	2,026	1491,4	60-100
4	JK57HS112-3004 (paso a paso NEMA23)	4,8	3	2,80	0,020	0,020	15	60
5	PG16M050(0501212000)	12	0,16	0,98	0,003	0,003	2,4	9600
6	HTVZ MOTOR (MOTOR DE PARABRISAS)	12	13	1,996	0,209	0,212	156	75

Tabla 4. Análisis de motores candidatos

Para encontrar una versión de mayor calidad de la tabla 4 véase anexos.

Se utilizará el motor de la cueva ya que este cumple con los requisitos buscados para este proyecto, que son un buen par motor, y consumo aceptable, en comparación a las demás propuestas, el siguiente a ser escogido es el motor caminador, por la disponibilidad inmediata. El siguiente será el arrancador de moto.

F. Velocidad Máxima del Actuador sin carga

Tomando en cuenta que la relación del sistema obtenida en la sección C.a fue de 1/3 y que la velocidad del actuador elegido es de 161 rpm se puede calcular a través de la siguiente formula la velocidad de salida:

$$\omega_f = i \cdot \omega_i$$

Entonces:

$$\omega_f \cong 54 \text{ rev/min}$$

Convirtiendo a rad/seg:

$$54 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 5.7 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Sabiendo que la fórmula para transformar velocidad angular a lineal es:

$$V = \omega \cdot r$$

Y sabiendo que el radio de la polea de salida es 0.03m, entonces:

$$V = 5.7 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} * 0.03\text{m}$$

$$V = 0.17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

G. Elección de Fuente

Esta fuente tiene las siguientes características: 24Vdc y 5A. Ya que el consumo del motor es de 19V y 3A. La figura 8 muestra una fuente comercial de estas características



Figura 8. Imagen ilustrativa del tipo de fuente

H. Diseño Electronico y computacional

a. Diseño Electrónico

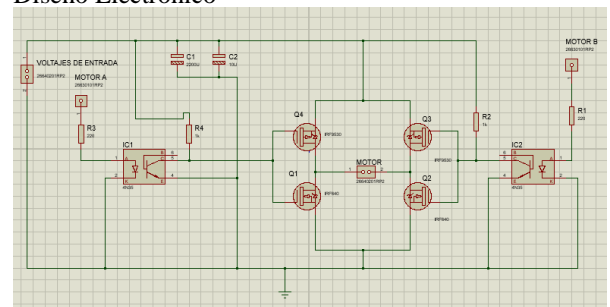


Figura 9. Esquema electrónico del puente H

La figura 9 muestra el esquema electrónico del puente H propuesto para el control de giro y velocidad del actuador. Para mayor detalle véase Anexo de Plano Electrónico

b. Lista de Materiales Electrónicos

Los materiales electrónicos utilizar y sus precios se muestran en la tabla 5. Existe una versión más detallada en los anexos

PRESUPUESTO DE PARTES ELECTRONICAS				
Descripcion	Codigo	Precio/Item	Cant.	Subtotal [BOB]
OCTOACOPLADOR	4N32	11.50	2	23.00
MOSFET PARA ALTO VOLTAJE/TIPO N	IRF530	6.00	4	24.00
220 OHM- 1/4 W	RESISTENCIA	4.00	2	8.00
1KOHM- 1/4 W	RESISTENCIA	7.76	2	15.52
Potenciometro Multivuelta(10 vueltas)	POT	14.00	1	14.00
10 KOHM-1/4W	RESISTENCIA	4.00	4	16.00
diodo 15amp	N-HFA15TB60	4.85	4	19.40
SUBTOTAL				119.92

Tabla 5. Materiales Electrónicos y precios

- Interfaz de usuario: Monitor serial de Arduino IDE
- Entradas: Potenciómetros, Final de Carrera
- Salidas: Control PWM

I. Cronograma

Véase anexo de cronograma

J. Propuesta Economica

La propuesta económica es de 1302.88 bolivianos (Véase anexos).

c. Diseño computacional

Al usar Arduino para el control del actuador se utilizara por conveniencia el Arduino IDE, el cual fuerza a usar una estructura de programa con dos funciones básicas, una de ajuste y otra de repetición infinita como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 10. Una versión de más detalle de este diagrama existe en los anexos

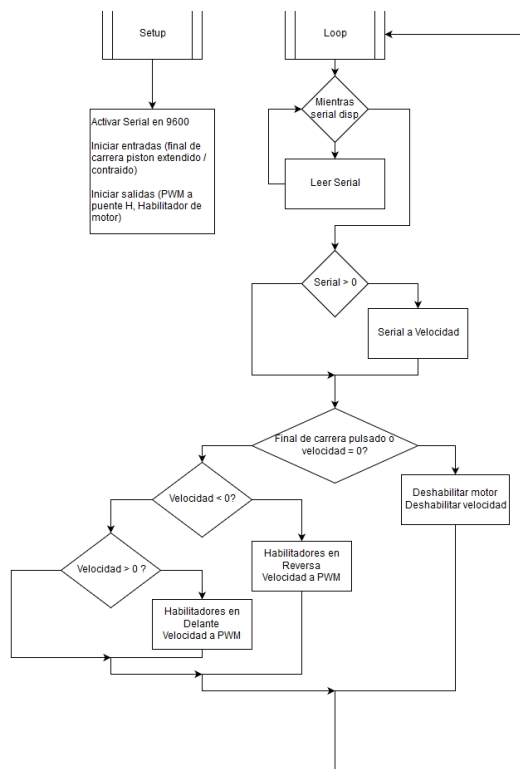
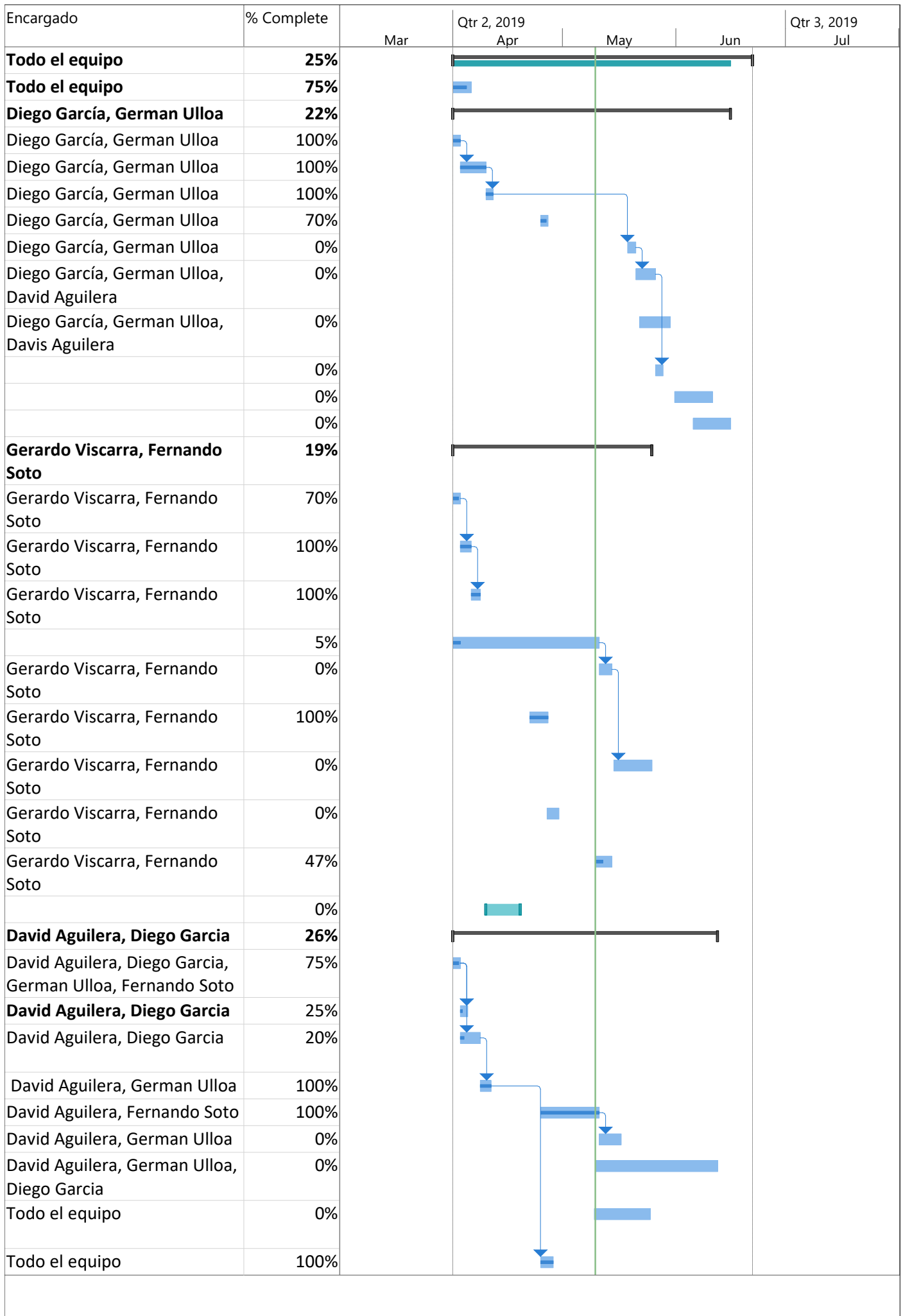


Figura 10. Diagrama de flujo de programación















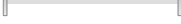






VI. REFERENCIAS

- Ogata, K. (2013). *Ingeniería de Control Moderna. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Van Roy, R. (2015). Simproject.nl.
- Airline Pilots Fly Anywhere in the World - Without Leaving the Ground. (1954). Popular Mechanics.
- Mechanical, A. H., & Landmark, E. (2000). The Link Flight Trainer.
- Vincenzi, D. A., Wise, J. A., Mouloua, M., & Hancock, P. A. (Eds.). (2009). Human Factors in Simulation and Training. CRC Pr

ID	Nombre de tarea	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Actudor Lineal para plataforma de simulac	79,25 days	Mon 1/4/19	Fri 21/6/19	
2	Definición de Cronograma	5 days	Mon 1/4/19	Fri 5/4/19	
3	Diseño Estructural	73,38 days	Mon 1/4/19	Sat 15/6/19	
4	Busqueda de Bibliografía	2 days	Mon 1/4/19	Tue 2/4/19	
5	Diseño de Partes Estructurales	5 days	Wed 3/4/19	Tue 9/4/19	4
6	Selección de materiales a ser utilizada	2 days	Wed 10/4/19	Thu 11/4/19	5
7	Determinar presupuesto de partes	2 days	Thu 25/4/19	Fri 26/4/19	
8	Compra de materiales	2 days	Sat 18/5/19	Mon 20/5/19	6
9	Mecanizado de Poleas con la cortadora 3D	5 days	Tue 21/5/19	Sun 26/5/19	8
10	Cortado de las piezas de la caja del actuador con la cortadora 3D	8 days	Wed 22/5/19	Thu 30/5/19	
11	Prueba de resistencia de las poleas	2 days	Sun 26/5/19	Tue 28/5/19	9
12	Ensamblado de la estructura	10 days	Fri 31/5/19	Mon 10/6/19	
13	Pruebas Mecanicas del actuador	10 days	Wed 5/6/19	Sat 15/6/19	
14	Diseño Eléctrico	52,5 days	Mon 1/4/19	Sat 25/5/19	
15	Busqueda de Bibliografía	2 days	Mon 1/4/19	Tue 2/4/19	
16	Diseño de Circuitos de Alimentación Eléctrica	3 days	Wed 3/4/19	Fri 5/4/19	15
17	Materiales eléctricos a utilizar	2 days	Sat 6/4/19	Mon 8/4/19	16
18	Presupuesto Electrico	38,75 days	Mon 1/4/19	Fri 10/5/19	
19	Compra de materiales	3 days	Sat 11/5/19	Tue 14/5/19	18
20	Documento de Comparacion de Motores	5 days	Mon 22/4/19	Fri 26/4/19	
21	Ensablado de circuito de alimentacion	10 days	Wed 15/5/19	Sat 25/5/19	19
22	Pruebas del circuito de alimentacion	3 days	Fri 26/4/19	Mon 29/4/19	
23	Obtencion de parametros del motor	4 days	Fri 10/5/19	Tue 14/5/19	
24	Modelo matematico del motor Toshiba	9 days	Wed 10/4/19	Fri 19/4/19	
25	Diseño Electrónico / Computacional	69,75 days	Mon 1/4/19	Wed 12/6/19	
26	Busqueda de Bibliografía	2 days	Mon 1/4/19	Tue 2/4/19	
27	Diseño de Circuito Electrónicos	2 days	Wed 3/4/19	Thu 4/4/19	26
28	Diseño Computacional y Algoritmos de Drivers	1 wk	Wed 3/4/19	Mon 8/4/19	26
29	Materiales Electrónicos	3 days	Mon 8/4/19	Thu 11/4/19	28
30	Presupuesto Electrónico	15 days	Thu 25/4/19	Fri 10/5/19	
31	Compra de materiales electronicos	5,75 days	Sat 11/5/19	Thu 16/5/19	30
32	Diseño de interfaz de control	32 days	Fri 10/5/19	Wed 12/6/19	
33	Diseño del diagrama de bloques del sistema	15 days	Thu 9/5/19	Fri 24/5/19	
34	Propuesta Económica	3 days	Thu 25/4/19	Sun 28/4/19	29



Proyecto: Cronograma_Plat_Mo
Fecha: Fri 10/5/19

Tarea		Resumen manual	
División		solo el comienzo	
Hito		solo fin	
Resumen		Tareas externas	
Resumen del proyecto		Hito externo	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Tareas críticas	
Resumen inactivo		División crítica	
Tarea manual		Progreso	
solo duración		Progreso manual	
Informe de resumen manual			

Lista de Materiales Mecanicos Presentes en el Actuador

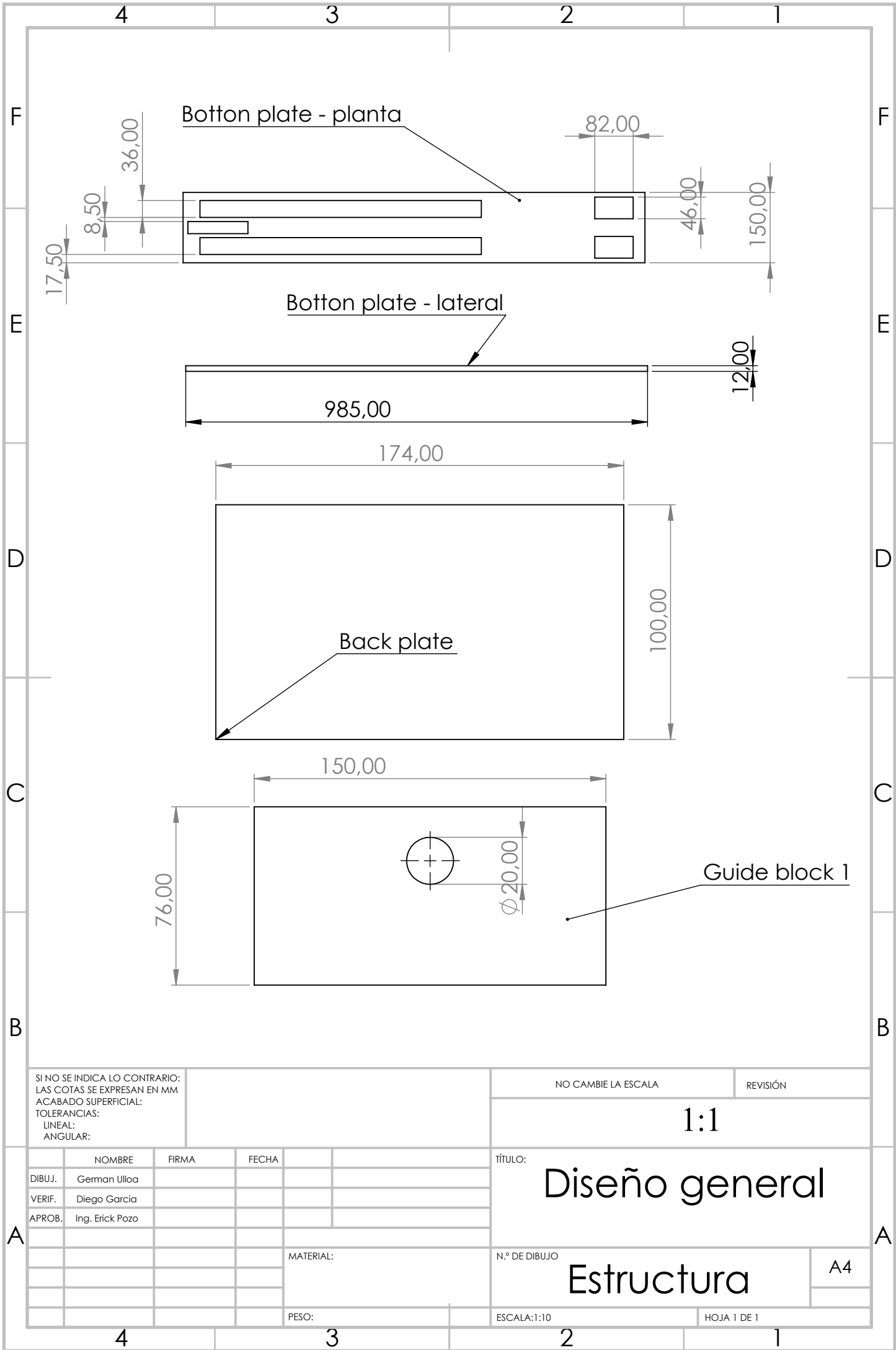
Lista de materiales		
Nombre	Características	Cant.
Polea 60mm	Fabricadas de madera ancho 25mm	4
Polea 40mm	Fabricadas de madera ancho 19mm	1
Polea 120mm	Fabricadas de madera ancho 19mm	1
Correa 139 dientes	Fabricada de goma ancho 25mm	2
Correa 55 dientes	Fabricada de goma ancho 19mm	1
Rodamientos	Codigo 60104	8
Eje de Poleas	Seran pernos mas info en tabla de presupuesto	2
Elastico	Será de 18mm	1
Bastago	Mateiral de acero	1
Side plate 1	Parte lateral 1 de la caja de madera MDF	1
Side plate 2	Parte lateral 2 de la caja de madera MDF	1
Top plate	Parte superior de la caja de madera MDF	1
botton plate	Parte de la base caja de madera MDF	1
Back plate	Parte trasera de la caja de madera MDF	1
Guide block 1	Bloque de guía del bastago dentro de la caja	1
Guide block 2	Bloque de guía del bastago y parte delantera de la caja	1
Braquet bungee	Perfiles de acero para el enganche del elastico	2
Drive shaft block	Perfil de madera para acople del bastago	1
end stop block	Bloque de madera para delimitar la carrera del bastago	1
Poleas de guia	Poleas de guia para el elastico	2

Obtencion de Constante K - Resultados de los experimentos

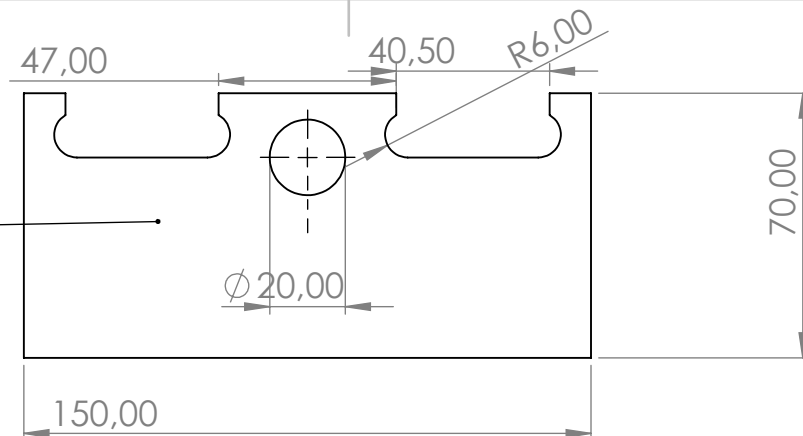
OBTENCION DE CONSTANTE K.				
Unidad	Un cordon de (0.25m)			
lb	5	6		
kgf	2.23214286	2.67857143		
N	21.875	26.25		
m	0.14	0.17		
k	156.25	154.411765		
Unidad	Un cordon de (0.5m)			
lb	10	5	6	8
kgf	4.46428571	2.23214286	2.67857143	3.57142857
N	43.75	21.875	26.25	35
m	0.5	0.295	0.35	0.46
K	87.5	74.1525424	75	76.0869565
Unidad	Pruebas en un cordon de (1m)			
lb	5	6	8	
kg	2.23214286	2.67857143	3.57142857	
N	21.875	26.25	35	
m	0.62	0.69	0.92	
k	35.2822581	38.0434783	38.0434783	
Unidad	1 cuerda de 1.3m			
lb	5	8	10	
kgf	2.23214286	3.57142857	4.46428571	
N	21.875	35	43.75	
m	0.74	1.075	1.34	
k	29.5608108	32.5581395	32.6492537	
Kprom	31.5894			

Analisis de Motores

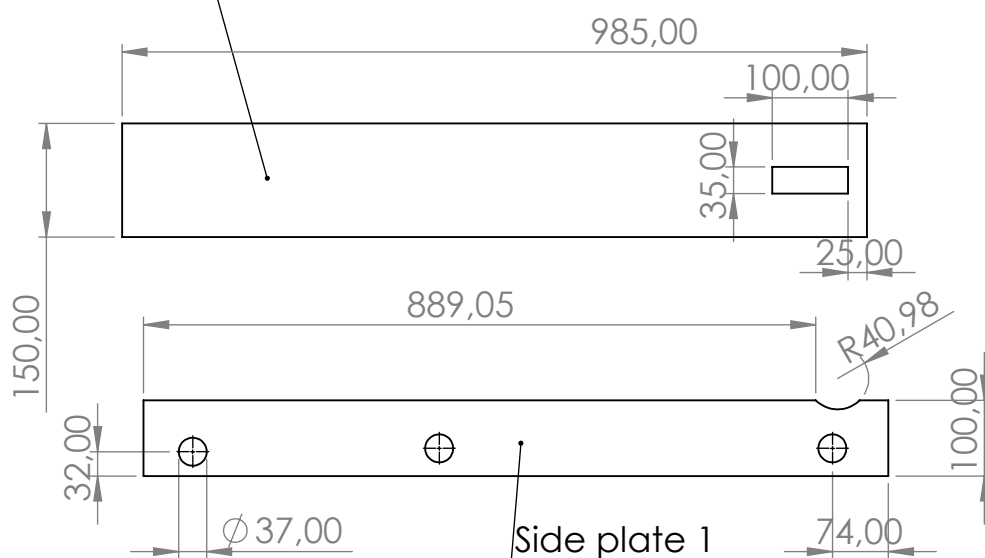
item	Motor	voltaje(v-dc)	corriente(A)	torque(Nm)	potencia(hp)	potencia(cv)	potencia(w)	velocidad(rpm)
1	motor de la cueva	19,000	2,000	2,222	0,051	0,052	38,000	161,000
2	caminadora	220,000	5,000	2,106	1,500	1,520	1118,550	5000,000
3	arrancador de moto	12,000	100,000	23,540	1,973	2,026	1491,400	60-100
4	JK57HS112-3004 (paso a paso NEMA23)	4,800	3,000	2,800	0,020	0,020	15,000	60,000
5	PG16M050(0501212000)	12,000	0,160	0,980	0,003	0,003	2,400	9600,000
6	HTVZ MOTOR (motor de parabrisas)	12,000	13,000	1,996	0,209	0,212	156,000	75,000



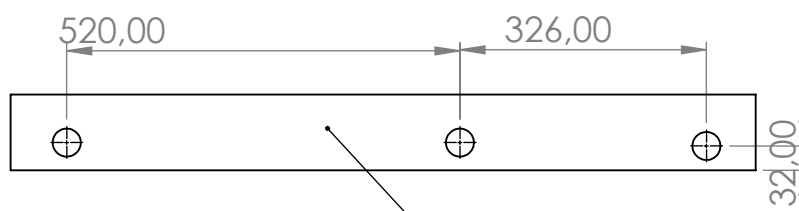
Guide block 2



Top plate



Side plate 1



Side plate 2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

1:1

TÍTULO:

Diseño General

N.º DE DIBUJO

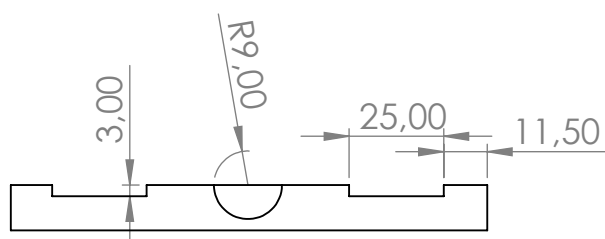
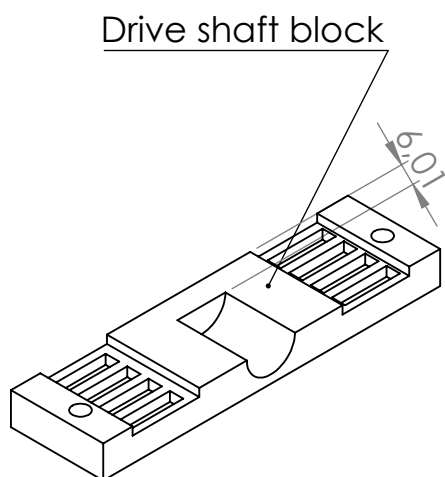
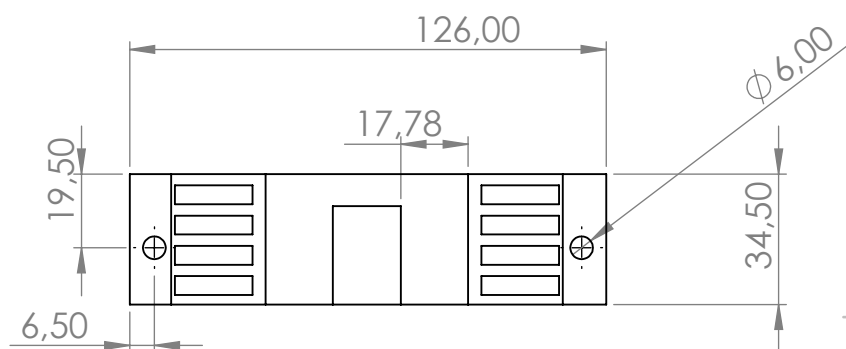
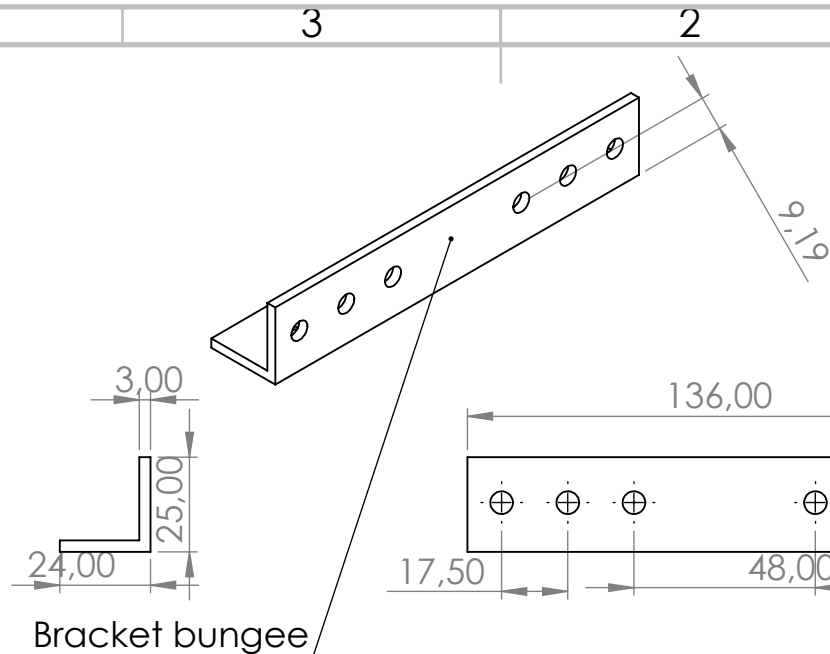
Estructura

A4

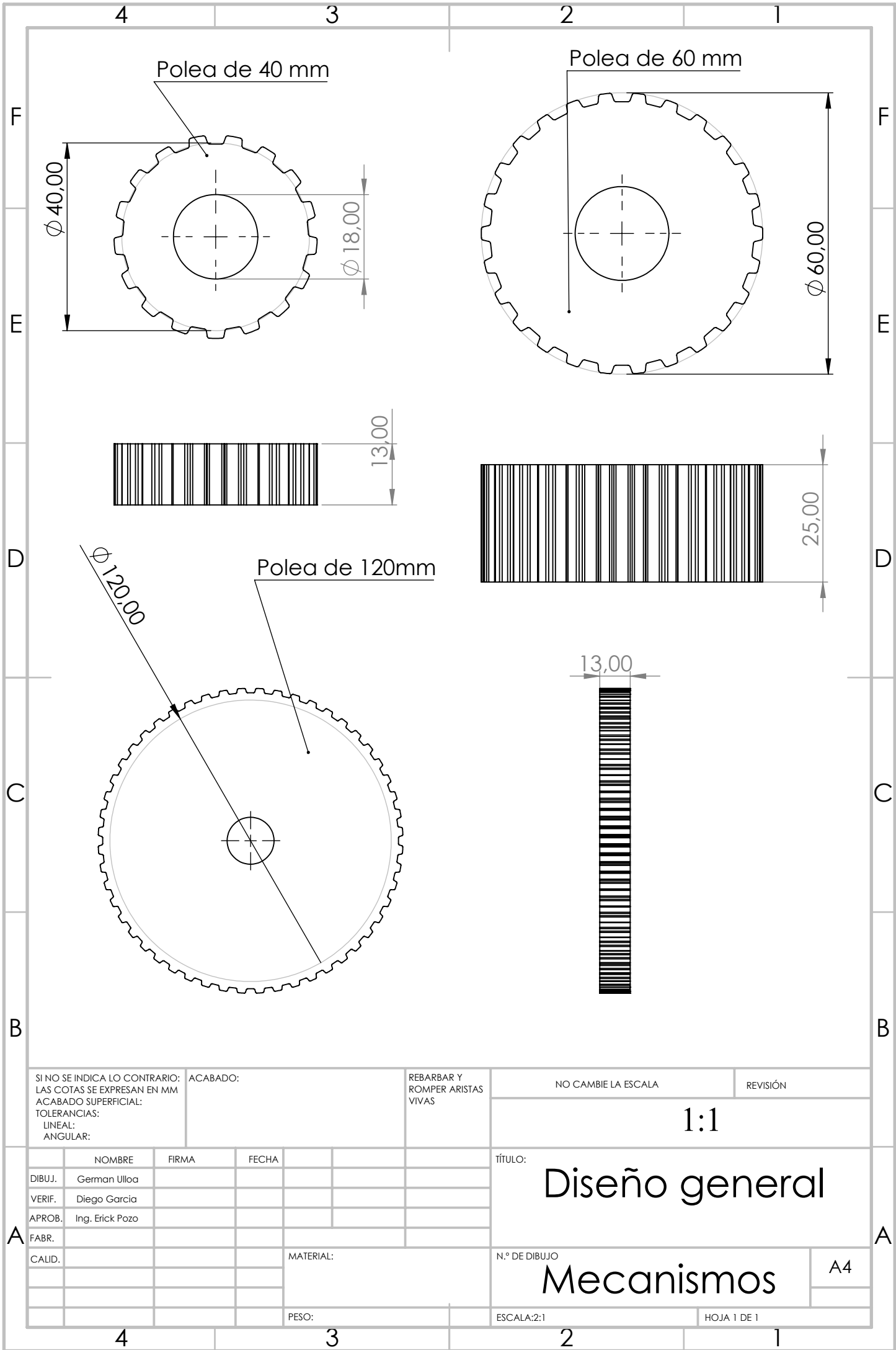
PESO:

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN	
						1:1	
						TÍTULO: <h1>Diseño general</h1>	
DIBUJ.	German Ulloa						
VERIF.	Diego Garcia						
APROB.	Ing. Erick Pozo						
FABR.							
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO <h1>Estructura</h1>	
						A4	
				PESO:		ESCALA:1:2 HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

1:1

TÍTULO:

Diseño general

N.º DE DIBUJO

Mecanismos

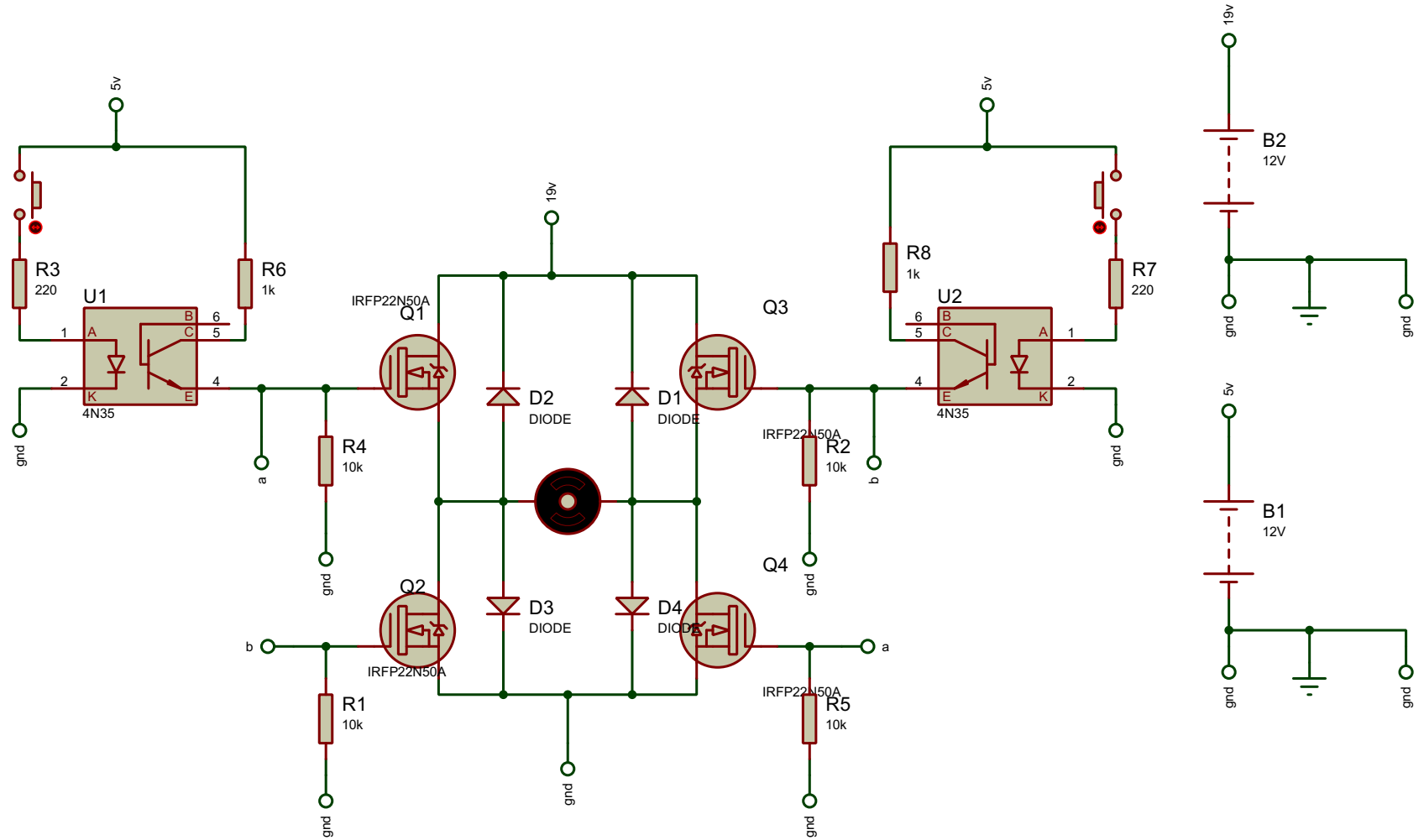
A4

MATERIAL:

PESO:

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1



FILE NAME: Puente H 2.0.pdsprj	DATE: 10/5/2019
DESIGN TITLE: Puente H para Motor	PAGE: 1 of 1
PATH: C:\Puente H 2.0.pdsprj	TIME: 12:25:22
BY: Fernando Soto	REV: 1



IMMMG INGENIERIA

<https://github.com/immmg>

PROJECT:

ACTUADOR LINEAL

A4/1
DRAWING NO.

1
PROJECT NO.

06/05/18
DATE.

TITLE:

DIAGRAMA DE FLUJO PROG. ARDUINO

1:80
SCALE AT A4.

DA
DRAWN.

GU
CHECKED.

B
REVISION.

AMENDMENTS:

REV:	DESCRIPTION:	BY:	STAT:
A	PRIMERA EDICION	DA	OBSLTO
B	ADICION DE FUNCIONES, CAMBIO DE FUNCIONAMIENTO PUENTE H	DA	ACTUAL

